节水型消毒供应中心给水系统改进与探索

王岳娜,任顾群,刘建荣，许远乐，任娟霞,马　欢，

（西安医学院第二附属医院,陕西 西安 710038）

摘要　目的　设计节水型消毒供应中心用水系统，以实现水资源合理利用并降低用水成本。　**方法**　对反渗透制水机浓水水质化验分析，达到回收要求后，对管路进行改造，将浓水回收储存，并使用增压泵将浓水通过管道送到用水点；压力蒸汽灭菌蒸汽供给水使用电导率≤5μS/cm(25℃)二级纯化水，在压力蒸汽灭菌完成后产生的冷凝水，通过冷凝器进行冷却回收存放于冷凝水储罐中，经消毒杀菌处理后用于器械冲洗、洗涤、漂洗以及作为二级反渗透原水使用；对回收的浓水及压力蒸汽灭菌器冷凝水水质定期监测，在水质电导率指标监测合格情况下，在常规器械冲洗、洗涤环节优先回收的浓水及灭菌器冷凝水，并对器械清洗质量和灭菌质量连续监测。　**结果**　节水型消毒供应中心用水系统改进后，我院每年能够回收利用冷凝水 533 吨、浓水 8800 余吨。　**结论**　节水型消毒供应中心用水系统的设计既能保障器械清洗消毒灭菌质量，又能降低用水成本。

关键词　消毒供应中心　清洗　灭菌　浓水 冷凝水

消毒供应中心是医院内承担各科室可重复使用诊疗器械、器具和物品清洗、消毒、灭菌以及无菌物品供应的部门。器械、器具和物品处置由回收、清洗、消毒、灭菌等多个环节构成，水质的选择和应用会直接影响到器械清洗消毒及灭菌质量，WS310.1 规定了器械清洗、消毒及灭菌用水，应多种水质结合使用达到可靠效果。我科于 2021 年起设计改造了节水型消毒供应中心用水系统，在确保器械清洗消毒灭菌质量的前提下，大大降低了用水成本，达到节能降耗的目的，现汇报如下。

1　消毒供应中心用水特点及用水现状

消毒供应中心在集中处理器械、器具和物品时，通常配置清洗工作站、全自动清洗机、清洗消毒器、蒸汽发生器、蒸汽灭菌器等用水设备，根据 WS 310.1—2016 技术规范[1]，器械清洗用水应有自来水、热水、软水和经纯化的水供应，终末漂洗所用纯化水应符合电导率≤15μS/cm(25℃)，灭菌用水应符合电导率≤5μS/cm(25℃)，各用水环节应能有效保障水质符合规范要求。

软水及纯化水的供应通过反渗透制水机来获取，制水机在反渗透的过程中会产生大量的浓水，我科每天制水机产生的浓水约 24 吨多，灭菌器产生的冷凝水约 2 吨左右，全年合计约 9500 多吨废水直接排入下水道中，造成大量水资源的浪费。

2 供水系统改造设计原则及实施方案

2.1 设计原则

研究冷凝水及浓水回收再利用的可行性，对浓水及冷凝水的水质送样检测合格后，设计实验方案，实验组用浓水对器械进行冲洗、洗涤，用冷凝水进行终末漂洗，对照组用自来水及纯化水做对比，经过研究后[2,3]，对制水机管路进行改造，将浓水回收储存到浓水储罐中，消毒杀菌后通过增压泵引入各用水点，用于器械冲洗、洗涤和卫生保洁；将高压蒸汽灭菌冷凝水收集至冷凝水储罐中，经过消毒杀菌后与纯水箱相连，既可做器械漂洗用水，也可做为反渗透原水。

2.2 浓水及冷凝水的回收利用探索

2.2.1 对反渗透制水机浓水的回收利用探索

反渗透制水机生产纯化水的过程中，会有 40%～70%的软化水成为不能透过反渗透膜的浓缩水，称作为“浓水”，通常都被作为废水丢弃[4]。对浓水水质各项指标进行检验，检测结果显示，浓水水质指标基本符合生活饮用水标准要求[2]。从外观上看，浓水与自来水在色度和浑浊度方面无明显差异，液体清亮、透明、无杂质，无异臭、异味，无肉眼可见物。实测某市市政供自来水电导率约为 100～110us/cm(25℃)左右，浓水电导率在 140～160us/cm(25℃)之间，自来水与浓水 PH 值基本接近，均为偏弱碱性水质。

制水机在是将市政供应的生活饮用水做为源水用于生产纯化水，经过软化去除水中的钙、镁离子，降低硬度，再经过一级反渗透得到纯化水，反渗透处理后的浓水钙、镁离子含量低，这种钙、镁离子含量低的浓水是软水的一种[5],其他阴离子含量比原水略高，不起垢的金属钠离子含量高。在这种弱碱性水环境中，这些轻金属离子具有一定的螯合作用，能够增强清洗剂的降解效果，更有效的去除器械表面的各种有机和无机污染物。浓水中钙、镁离子含量低，并不会在器械表面形成水垢。浓水中易导致器械生锈的氯化物含量远低于生活饮用水标准氯化物含量≤250 的限值，而且冲洗及洗涤过程时间较短，器械并不在浓水中长时间浸泡，在终末漂洗时又被纯化水进行彻底漂洗，冲洗掉器械表面残留离子，也避免了高离子水引起的器械腐蚀现象。通过研究发现[2]，使用浓水参与冲洗及洗涤的器械其清洗质量与使用生活饮用水做用冲洗及洗涤时并无差异，浓水可被回收用于器械清洗。

2.2.2 对压力蒸汽灭菌器冷凝水的回收利用探索

灭菌器在灭菌物品时，所用的二级纯化水通过洁净蒸汽发生器转化为饱和蒸汽，实现对物品的灭菌，灭菌后的水蒸汽冷凝形成冷凝水通过管道排出灭菌器外。使用纯化水灭菌不会对灭菌载体和灭菌物品产生腐蚀，蒸汽发生器和蒸汽管道为不锈钢材质，避免碳钢材质锈蚀

污染蒸汽，使用纯化水能够从源头控制影响蒸汽质量的各种因素[6]，对灭菌器冷凝水水质检验分析，冷凝水清亮、透明、无杂质，无异臭、异味，无肉眼可见物，实测冷凝水电导率在0～15μS/cm(25℃)之间，水中铁、镉、铅、氯化物等指标含量符合标准器械漂洗用纯化水水要求。本设计中洁净蒸汽发生器、供水供汽管道、蒸汽灭菌器全部使用不锈钢材质，灭菌后的蒸汽冷凝水，通过洁净不锈钢管道进行回收，控制影响蒸汽质量的各种因素，保证了灭菌后的蒸汽冷凝水能达到回收要求[3]。

2.3　水处理系统工作原理

制水机由预处理系统、反渗透系统和控制系统等模块组成，原水进入预处理系统后能有效去除水中悬浮物、胶体微粒、腐殖质及有机污染物等杂质，并能将水软化，将水中钙、镁离子去除并降低到一定程度；软化后的水再次过滤后进入反渗透系统，利用高压泵将原水升压至反渗透膜的工作压力，然后均匀分配给压力容器，水流被反渗透膜分开，并在压力容器内形成两条水流，一部分透过滤膜形成纯化水，剩余的水形成浓水，实现无机盐与水的分离，软水通过两次反渗透过程分别得到电导率≤15μS/cm(25℃)的一级纯化水和电导率≤5μS/cm(25℃)的二级纯化水，一级纯化水用于器械的终末漂洗，二级纯化水作为灭菌用水供灭菌器使用，能有效防止灭菌器抽真空系统和冷却系统在运行过程中产生水垢，有利于灭菌器的正常运行和延长正常使用寿命。

2.4 消毒供应中心节水型供水系统的改造实施方案

在原有制水机反渗透工作基础上，增加浓水储罐、冷凝水储罐，压力控制水泵、单向阀、紫外线杀菌器、溢水口、溢流水管、液位仪、报警器等设备，增设浓水水龙头、罐底安装排水阀门，采样口等[7]，。对反渗透制水系统进行优化设计，铺设管路，增加浓水及冷凝水储罐（图中标红），设计如图1所示。

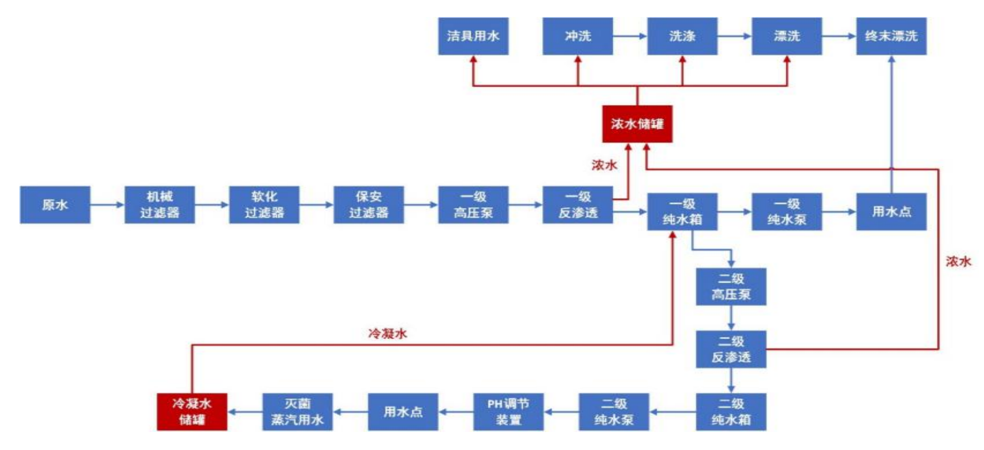


图1 节水型消毒供应中心用水设计

①对浓水回收利用的设计方法：反渗透制水处理系统产生的浓水通过管路汇流进入浓水储罐中，管路上连接单向阀，防止浓水逆流，浓水储罐上端有溢水口和溢流水管，防止浓水过满溢出，罐中安装可浸没式紫外线灯，对水质进行24小时消毒杀菌[8,9]，底部有液位计，连接报警器[10]，水位过低时报警器触发报警，浓水储罐中的水通过压力控制水泵引入各用水点，优先使用浓水进行器械冲洗与洗涤及环境保洁工作。

②灭菌器冷凝水回收再利用设计方法：灭菌用水必须用电导率达标（≤5μS/cm(25℃)，且使用洁净蒸汽发生器、不锈钢输汽管道，在灭菌后产生的冷凝水方可回收，冷凝水回收至冷凝水储罐中，经过紫外线消毒杀菌后，管道安装阀门后与一级纯水箱联通，供器械漂洗以及作为二级反渗透原水用，管道安装单向阀防止逆流，冷凝水储罐上端有溢水口和溢流水管，防止冷凝水过满溢出，底部安装排水阀门，实时监测冷凝水水质，在监测水质合格的情况下，水可被利用，不合格时被排放。

2.5　改造后的用水系统水质控制

每天需要对纯化水、浓水以及冷凝水的电导率进行检测，每季度对水样进行细菌学检测，定期做水质检验分析，水质符合标准时，器械清洗优先使用浓水冲洗、洗涤，用冷凝水漂洗，水质不符合标准时，立即停止使用，通过排水阀排掉不合格的浓水及冷凝水，查找原因并分析，待回收水水质监测合格后方可重新使用。

3　结果

本技术改造方案能够使消毒供应中心器械清洗、消毒及灭菌各环节用水达到WS 310规范中器械清洗、消毒及灭菌的用水卫生标准，经过对器械清洗质量、灭菌质量监测，能够达到合格的清洗质量及灭菌质量[2、3]。解决了大量浓水排放浪费，高品质的冷凝水浪费未回收再利用的问题，最大化合理利用水资源，每年回收冷凝水约730吨，回收浓水8800余吨。本设计[7]改造成本低，操作简便、易于操控。

4　讨论

水是器械清洗、灭菌过程中最重要的耗材之一，医疗机构器械清洗、消毒及灭菌环节用水的合理选择关系到器械的清洗、消毒、灭菌效果，更影响医疗质量与患者安全。卫生部2016版“两规一标”[1、5]规定了复用诊疗器械、器具及物品应在消毒供应中心实行集中处置，消毒供应中心应配备相应的清洗、消毒、灭菌设施设备，应配备相应的制水设备，以满足各环节对水的种类及品质的要求，消毒供应中心设计优化了供水系统后，实行水质监测、质量控制、管路维护等，使整体用水系统正常运行，满足清洗、消毒及灭菌各环节对用水卫生标

准，保障器械清洗消毒及灭菌质量的情况下，避免过度使用制备水而造成水资源及其他相关耗材的浪费，为消毒供应中心给水设计及水处理等设备的合理选择与配备提供借鉴。

参考文献

［1］ 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会.WS 310.1-2016 医院消毒供应中心 第 1 部分:管理规范[S].2016.

［2］ 王岳娜，任顾群，李海青等.回收反渗透制水机浓水用于器械清洗的研究[J].中国消毒学杂志，2021，38（8）564-566.

［3］ 王岳娜，任顾群，李海青等.压力蒸汽灭菌器蒸汽冷凝水再利用研究[J].中国消毒学杂志，2022，39（12）892-894.

［4］ 魏静蓉,李斌.三级医院手术器械消毒供应用水系统的设计[J].局解手术学杂志,2015,24(06):637-640.

［5］ 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会.WS 310.2-2016 医院消毒供应中心 第 2 部分:清洗消毒及灭菌技术操作规范[S].2016.

［6］ 张青,吴可萍,钱黎明,等.国内 2583 家医院大型蒸汽灭菌器蒸汽供水现状调查[J].中国消毒学杂志,2020,01（37）:30-32.

［7］ 王岳娜.一种节水型消毒供应中心用水系统[P].中国专利：CN202121735424.4 2021-07-28.

［8］ 吴丹丹,赵梅,佘婷婷,等. 内镜中心改良的医用纯化水终端管路在纯化水质量管理中的应用研究[J]. 中华医院感染学杂志,2020,11（30）:1757-1760.

［9］ 王晓蕾,范晶晶,沈益鸣,等.某医院集中式纯水供应系统微生物污染情况和消毒效果调查[J]. 中国消毒学杂志,2019,12（36）:913-915.

［10］ 刘礼全,肖巧玲,冯柳成. 消毒供应中心用水装置的改进方法[J]. 中国医疗设备,2017,05（32）:111-113.